

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱用ヒータによって加熱されるポンプセルと起電力セルを間隔を介して対向配設し、酸素濃度を検出する全領域空燃比センサの温度制御方法であって、

前記起電力セル及びポンプセルの両方の内部抵抗を検出する事を特徴とする全領域空燃比センサの温度制御方法。

【請求項2】 前記起電力セルの内部抵抗及びポンプセルの内部抵抗からそれぞれの温度を検出し、何れかの温度が上限規定温度よりも高いときにはヒータの通電を抑える方向に制御する事を特徴とする請求項1の全領域空燃比センサの温度制御方法。

【請求項3】 前記起電力セルの内部抵抗及びポンプセルの内部抵抗からそれぞれの温度を検出し、何れかの温度が下限規定温度よりも低いときにはヒータの通電を高める方向に制御する事を特徴とする請求項1又は請求項2の全領域空燃比センサの温度制御方法。

【請求項4】 加熱用ヒータによって加熱されるポンプセルと起電力セルとを間隔を介して対向配設し、酸素濃度を測定する全領域空燃比センサの温度制御装置であって、

前記起電力セルのマイナス端子と、前記ポンプセルとのマイナス端子との共通端子に接続されたノードと、

該ノードの電位を一定に保つように前記ポンプセルのプラス端子へ電流を印加する定電流手段と、

前記ノードに抵抗を介して出力端子が接続され、該抵抗を介して流れる電流によって起電力セルの電位を一定に保つPID回路と、

前記PID回路の出力電圧、又は、前記定電流手段の出力電流に基づき、酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段と、

前記起電力セルのプラス端子に起電力セルの温度検出用電流もしくは電圧を印加する印加手段と、

前記起電力セルのプラス端子と前記PID回路の入力との間に介在し、前記印加手段による起電力セルへの温度検出用電流もしくは電圧の印加時に、該PID回路の入力電位を一定に保つホールド手段と、

前記印加手段による起電力セルへの温度検出用電流もしくは電圧の印加時に、該起電力セルのプラス端子の電位を測定し、起電力セルの温度を検出する起電力セル温度測定手段と、

前記ポンプセルのプラス端子の電位を測定し、該ポンプセルの温度を検出するポンプセル温度測定手段と、

前記起電力セルの温度と前記ポンプセルの温度のいずれか高い方の温度が上記規定温度よりも高いときには、加熱用ヒータの通電を抑え、いずれか低い方の温度が下限規定温度よりも低いときには、加熱用ヒータの通電を高める方向に制御する加熱用ヒータ制御手段と、から成ることを特徴とする全領域空燃比センサの温度制御装置。

【請求項5】 請求項4の温度制御装置を備えた全領域空燃比センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンの排気ガスに含まれる酸素の濃度を検出する全領域空燃比センサの温度制御方法及び温度制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エンジンに供給する混合気の空燃比を目標値に制御し、排気ガス中のCO、NO<sub>x</sub>、HCを軽減するために、排気系に酸素センサを設け、空燃比と相関関係を持つ排気中の酸素濃度に応じて、燃料供給量をフィードバック制御することが知られている。このフィードバック制御に用いられる酸素センサとしては、特定の酸素濃度（特に理論空燃比雰囲気）で出力がステップ状に変化するλセンサと、リーン領域からリッチ領域まで連続的に出力が変化する全領域空燃比センサとが主に用いられている。全領域空燃比センサは、上述したように排気ガス中の酸素濃度を連続的に測定でき、フィードバック制御の速度及び精度を向上させ得るため、より高速な高精度制御が要求される際に用いられている。

【0003】全領域空燃比センサは、酸素イオン伝導性固体電解質体の2つのセルを間隙（測定室）を介して対向配設し、一方のセルを間隙内の酸素を周囲にくみ出すもしくは周囲から酸素をくみ込むポンプセルとして用い、また、他方のセルを酸素基準室と間隙との酸素濃度差によって電圧を生じる起電力セルとして用い、起電力セルの出力が一定になるようにポンプセルを動作させ、その時に該ポンプセルに流す電流を、測定酸素濃度比例値として測定する。この全領域空燃比センサの動作原理は、本出願人の出願に係る特開昭62-148849号中に詳述されている。

【0004】この全領域空燃比センサを動作させるためには、該ポンプセル及び起電力セルを所定温度以上に加熱し、酸素イオン伝導性固体電解質体の活性を高める必要がある。このため、全領域空燃比センサには、加熱用のヒータがポンプセル及び起電力セルの近傍に取り付けられている。

【0005】現在、排気ガス中のCO、NO<sub>x</sub>、HC等の有害ガス成分を更に低減することが求められている。この有害ガスの除去には、酸素センサにて排気ガス中の酸素濃度を更に正確に測定し、空燃比のフィードバック制御を高速で行う必要がある。ここで、酸素センサの精度を高めるためには、酸素センサの温度を一定に保つことが要求される。一定温度を実現するために、ヒータの抵抗値を測定することにより、温度を測定し、測定温度をセル温度とほぼ等しいと見なして、ヒータの温度を一定に保つ方法が取られている。

【0006】

(3)

3

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法では、排気ガスの温度が低いときや、ガスの流速が高いときには、セル温度とヒータ温度が一致しなくなり、高精度でセル温度を制御することができなかった。このため、本発明者は、全領域空燃比センサ（以下単にセンサと言う）による酸素濃度の測定を一時中断し、起電力セルに測定用の電流を流して、該素子の内部抵抗を測定することで、直接温度を測定し、その温度が所定値になるようにセンサの加熱用ヒータを請求項する方法を案出した。しかし、この方法では、例えば、排気ガス流が早いときや、センサの暖機開始直後などでは、起電力セルとポンプセルの温度が異なる場合があり、起電力セルのみの温度が所定の温度になっても、センサ全体としては十分に機能しないケースが見られた。

【0007】本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、センサ自体に温度分布が有る場合でも、センサが十分に機能するようにヒータを制御することができる全領域空燃比センサ、全領域空燃比センサの温度制御方法及び装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1の全領域空燃比センサの温度制御方法では、加熱用ヒータによって加熱されるポンプセルと起電力セルを間隔を介して対向配設し、酸素濃度を検出する全領域空燃比センサの温度制御方法であって、前記起電力セル及びポンプセルの両方の内部抵抗を検出することを技術的特徴とする。

【0009】また請求項2の全領域空燃比センサの温度制御方法では、請求項1において、前記起電力セルの内部抵抗及びポンプセルの内部抵抗からそれぞれの温度を検出し、何れかの温度が上限規定温度よりも高いときにはヒータの通電を抑える方向に制御することを技術的特徴とする。

【0010】また請求項3では、請求項1又は2において、前記起電力セルの内部抵抗及びポンプセルの内部抵抗からそれぞれの温度を検出し、何れかの温度が下限規定温度よりも低いときにはヒータの通電を高める方向に制御することを技術的特徴とする。

【0011】上記の目的を達成するため、請求項4は、加熱用ヒータによって加熱されるポンプセルと起電力セルとを間隙を介して対向配設し、酸素濃度を測定する全領域空燃比センサの温度制御装置であって、前記起電力セルのマイナス端子と、前記ポンプセルとのマイナス端子との共通端子に接続されたノードと、該ノードの電位を一定に保つように前記ポンプセルのプラス端子へ電流を印加する定電流手段と、前記ノードに抵抗を介して出力端子が接続され、該抵抗を介して流れる電流によって起電力セルの電位を一定に保つPID回路と、前記PID回路の出力電圧、又は、前記定電流手段の出力電流に

4

基づき、酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段と、前記起電力セルのプラス端子に起電力セルの温度検出用電流もしくは電圧を印加する印加手段と、前記起電力セルのプラス端子と前記PID回路の入力との間に介在し、前記印加手段による起電力セルへの温度検出用電流もしくは電圧の印加時に、該PID回路の入力電位を一定に保つホールド手段と、前記印加手段による起電力セルへの温度検出用電流もしくは電圧の印加時に、該起電力セルのプラス端子の電位を測定し、起電力セルの温度を検出する起電力セル温度測定手段と、前記ポンプセルのプラス端子の電位を測定し、該ポンプセルの温度を測定するポンプセル温度測定手段と、前記起電力セルの温度と前記ポンプセルの温度のいずれか高い方の温度が上記規定温度よりも高いときには、加熱用ヒータの通電を抑え、いずれか低い方の温度が下限規定温度よりも低いときには、加熱用ヒータの通電を高める方向に制御する加熱用ヒータ制御手段と、から成ることを技術的特徴とする。

【0012】上記の目的を達成するため、請求項5の全領域空燃比センサは、請求項4の温度制御装置を備えたことを技術的特徴とする。

【0013】請求項1の発明では、起電力セルの温度だけでなく、ポンプセルの温度も同時に検出するので、センサ自体が温度分布を有していても、その温度分布を正確に把握する事が出来るので、センサの温度がより正確に制御できる。請求項2の発明では、起電力セルとポンプセルの温度の何れかの温度が上限規定温度を越えないようにセンサの温度を制御するので、起電力セルの温度よりもポンプセルの温度が高い場合に、起電力セルの温度を所定の温度以上にしようと制御して、ポンプセルの温度がセンサの耐熱性に対して問題の無い温度範囲の上限である上限規定温度を越えてしまうような不具合を防止する事が出来る。請求項3の発明では、起電力セルとポンプセルの温度の何れかの温度が下限規定温度よりも低くならないようにセンサの温度を制御するので、起電力セルの温度よりもポンプセルの温度が低い場合に、起電力セルのみの温度で、その温度に達したと判断しヒータの通電を抑えてしまうと、ポンプセルの温度がまだ十分に高くなっておらず結果としてセンサが十分に機能しないといった不具合を防止する事が出来る。

【0014】請求項2、及び請求項3の発明においては、起電力セルとポンプセルのそれぞれに上限規定温度、下限規定温度を規定する事が出来る。例えば、センサの暖機時などでは、起電力セルは比較的低い温度で機能しはじめるのに対して、ポンプセルはそれよりもかなり温度を上げないとセンサとして機能しないケースが有るが、その様な場合では、起電力セルが既に下限規定温度に達していても、ポンプセルの温度がポンプセルの下限規定温度に達するまでヒータの通電を高める方向に制御するので、センサが適正に機能する状態に早く活性化

50

(4)

5

至3の発明を実際の装置として構成した発明であるが、本発明の構成では、起電力セルとポンプセルの温度を検出するために2つのセルに流す電流を共通にしているので、極めて簡単な構成で2つのセルの内部抵抗が検出でき、2つのセルの温度が検出できる。

【0015】請求項5の発明では、印加手段が、起電力セルのプラス端子へ温度検出用電流もしくは電圧を印加した際に、起電力セルのプラス端子とPID回路の入力との間に介在しているホールド手段が、該PID回路の入力電位を一定に保ち、該PID回路の出力値を一定に維持する。このため、起電力セルの温度測定中においても、酸素濃度検出手段が前記PID回路の出力電圧に基づき、一定の酸素濃度を出力することができる。

【0016】また、起電力セルのプラス端子へ温度検出用電流もしくは電圧が印加されている間においても、PID回路の出力値が一定に維持されるため、定電流手段が、該PID回路に抵抗を介して接続された該ノードの電位を一定に保つようにポンプセルのプラス端子へ電流を印加する。即ち、該定電流手段が、起電力セル側へ印加された温度検出用電流もしくは電圧と、逆極性の電流もしくは電圧をポンプセル側へ印加する。このため、起電力セル温度測定手段が、前記印加手段による起電力セルへの温度検出用電流もしくは電圧の印加時に、該起電力セルの電位を測定して起電力セルの温度を測定すると同時に、ポンプセル温度測定手段が、前記ポンプセルの電位を測定し、該ポンプセルの温度を測定できる。即ち、新たにポンプセル側へ測定電流または電圧を印加する装置を付加することなく、起電力セルとポンプセルの温度を同時に測定することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した実施態様について図を参照して説明する。図1は、本発明の一実施態様に係る全領域空燃比センサを示している。セル10は排気ガス系に配設される。該セル10は、排気ガス中の酸素濃度を測定すると共に該セル10の温度を測定するコントローラ50に接続されている。このセル10には、ヒータ制御回路60にて制御される加熱用ヒータ70（以下単にヒータと言う）が、図示しないセラミック製接合剤を介して取り付けられている。ヒータ70は、絶縁材料としてアルミナ等のセラミックから成りその内部にヒータ配線72が配設されている。ヒータ制御回路60は、コントローラ50により測定されるセル10の温度を、目標値に保つようヒータ70へ電力を印加し、該セル10の温度を設定値に維持する。

【0018】セル10は、ポンプセル14と、多孔質拡散層18と、起電力セル24と、補強板30とを積層することにより構成されている。ポンプセル14は、酸素イオン伝導性固体電解質材料である安定化または部分安定化ジルコニア（ $ZrO_2$ ）により形成され、その表面と裏面のそれぞれに主として白金で形成された多孔質電

6

極12、16を有している。測定ガスに晒される表面側の多孔質電極12は、Ip電流を流すためにIp+電圧が印加されるのでIp+電極として参照する。また、裏面側の多孔質電極16は、Ip電流を流すためにIp-電圧が印加されるのでIp-電極として参照する。

【0019】起電力セル24も同様に安定化または部分安定化ジルコニア（ $ZrO_2$ ）により形成され、その表面と裏面のそれぞれに主として白金で形成された多孔質電極22、28を有している。拡散室（測定室）20側に配設された多孔質電極22は、起電力セル24の起電力の-電圧が生じるためVs-電極として参照し、また、基準酸素室26側に配設された多孔質電極28は、起電力セル24の起電力の+電圧が生じるためVs+電極として参照する。なお、基準酸素室26の基準酸素は多孔質電極22から一定酸素を多孔質電極28にポンピングする事により生成する。ポンプセル14と起電力セル24との間には、多孔質拡散層18により包囲された間隙20が形成されている。即ち、該間隙20は、多孔質拡散層18を介して測定ガス雰囲気と連通されている。なお、本実施態様では、多孔質物質を充填して成る多孔質拡散層18を用いるが、この代わりに小孔を配設することも可能である。

【0020】ここで、測定ガスの酸素濃度と間隙20の酸素濃度との差に応じた酸素が、間隙20側に多孔質拡散層18を介して拡散して行く。ここで、間隙20内の雰囲気は理論空燃比に保たれるとき、ほぼ酸素濃度が一定に保たれている基準酸素室26との間で、起電力セル24のVs+電極28とVs-電極22との間には、約0.45vの電位が発生する。コントローラ50は、ポンプセル14に流す電流Ipを、上記起電力セル電位24の起電力Vsが0.45vとなるように調整することで、間隙20内の雰囲気を理論空燃比に保ち、この理論空燃比に保つためのポンプセル電流量Ipに基づき、測定ガス中の酸素濃度を測定する。

【0021】引き続き、コントローラ50の構成を示す図2を参照して制御動作について述べる。コントローラ50は、セル10により酸素濃度を測定する動作と、セル10の起電力セル24及びポンプセル14のバルク抵抗を測定することで温度を測定する動作とを行っている。ここでは、まず、酸素濃度測定について説明する。

【0022】オペアンプOP2は、一方の入力端子に+4Vが印加され、他方の入力端子はVCENT点に接続されており、出力端子にて、ポンプセル14を介して流れるIp電流が変化しても、VCENT点に於いて4Vに保つように動作する。PID制御を行うPID回路は、起電力セル24の起電力を検出し、抵抗R1を介して流すIp電流によって該起電力を一定（0.45V）に保つようにポンプセル14の電流Ipを決定する動作を行う。このように、PID回路にて起電力セル24の起電力が0.45Vに保持された状態で、ポンプセル14に流さ

(5)

7

れる電流  $I_p$  の量に比例する電圧  $V_{PID}$  が  $PID$  回路の出力端に現れ、この電圧を酸素濃度検出回路 52 で、図示しない  $A/D$  回路にてデジタル値に変換した後、保持しているマップから対応する酸素濃度値を検索し、この値を図示しないエンジン制御装置側へ出力する。即ち、上記  $PID$  回路の出力電圧  $V_{PID}$  は、起電力セル 24 の電位  $V_s$  の目標値 (0.45 V) との差で決まり、測定ガス雰囲気に応じた次式の  $I_{PID}$  が抵抗  $R_1$  へ流れる。

【数 1】

$$I_{PID} = \frac{4V - V_{PID}}{R_1}$$

【0023】なお、この実施態様では、 $PID$  回路の出力電圧  $V_{PID}$  から酸素濃度値を測定しているが、この代わりに、オペアンプ OP2 の電流又は電圧から酸素濃度を測定することも可能である。

【0024】引き続き、コントローラ 50 の起電力セル 24 の温度 (抵抗) 検出動作について説明する。オペアンプ OP1 は、コンデンサ C1 と共にサンプルホールド回路を形成し、起電力セル 24 の温度測定のための電圧印加中において電圧印加直前の、該起電力セル 24 の起電力を保持して  $V_0$  として  $PID$  回路に入力する役割を果たす。オペアンプ OP3 は、オペアンプ OP1 に保持されているホールド値 (抵抗値検出用電圧印加直前の起電力セル 24 の両面の電極間電圧) と、起電力セル 24 に抵抗値測定用の電流  $-I_{const}$  を印加した際の電位値との差分を  $A/D$  回路へ出力する。

【0025】スイッチ SW1 は、オペアンプ OP1、即ち、サンプルホールド回路の電圧ホールド動作を制御する。また、スイッチ SW2 は、起電力セル 24 の抵抗値測定用の一定電流  $-I_{const}$  をオン・オフし、スイッチ SW3 は、スイッチ SW2 にて流される抵抗値測定用の電流  $-I_{const}$  とは逆極性の一定電流  $+I_{const}$  をオン・オフする。これらスイッチ SW1、SW2、SW3 は、相補型の電界効果トランジスタ回路から成る。

【0026】スイッチ SW1、SW2、SW3 のタイミングチャートと共に起電力セル 24 の両面の電極間電圧を図 3 に示す。スイッチ SW1 は、上述したように所定のインターバル  $T_5$  (約 1 秒) 毎に設定された時間  $T_6$  (約 500  $\mu s$ ) に渡りオフし、起電力セル 24 の抵抗 (温度) 測定を可能ならしめる。なお、このオフ時間  $T_6$  においては、オペアンプ OP1 から成るサンプルホールド回路にて、 $PID$  回路への入力値は 0.45 V に維持される。なおここで、本実施態様の全領域空燃比センサの温度変化は、通常の使用条件では 3°C/秒程度であるため、1 秒周期で測定することで温度を十分に管理できる。また、該 1 秒の内の 500  $\mu s$  は、酸素濃度が測定できなくなるが、エンジンの空燃比を制御する上で十分に短い時間である。

【0027】スイッチ SW1 がオフされてから時間  $T_1$

8

(スイッチ SW1 を構成する CMOS のディレイ時間であり約 1  $\mu s$ ) が経過した後、スイッチ SW2 が時間  $T_3$  (約 100  $\mu s$ ) に渡りオンし、抵抗値測定用の一定電流  $-I_{const}$  ( $-4.88$  mA) を起電力セル 24 側に流す。この電流  $-I_{const}$  の極性は、起電力セル 24 に生じる内部起電力と逆極性であって、この電流  $-I_{const}$  によって起電力セル 24 の両端の電圧が、図中に示すように  $\Delta V_s$  分低下する。

【0028】スイッチ SW2 が、起電力セル 24 のプラス端子へ温度測定用定電流  $-I_{const}$  を印加している間は、スイッチ SW1 がオフとなり、コンデンサ C1 の一定電位が、 $PID$  回路の入力電位を一定に保ち、該  $PID$  回路の出力電圧  $V_{PID}$  を一定に維持する。ここで、該定電流  $-I_{const}$  は、+8 V が印加されている数 100 K $\Omega$  の高い値を有する抵抗  $R_3$  側には流れ込まない。また、オペアンプ OP2 の入力端子には、高インピーダンスのため流れ込まない。従って、該定電流  $-I_{const}$  は、抵抗  $R_1$  を介して  $PID$  回路側へ流れようとするが、上述したように  $PID$  回路は、一定の出力電圧  $V_{PID}$  を維持している。

【0029】このため、オペアンプ OP2 が、 $V_{CENT}$  の電位を一定に保つように前記ポンプセル 14 のプラス端子へ電流を印加する。即ち、該オペアンプ OP2 が、起電力セル 24 側へ印加された温度測定用定電流  $-I_{const}$  と、逆極性の電流をポンプセル 14 側へ印加する。図 3 中に、該逆極性の電流によって発生したポンプセル 14 側の電位  $V_p$  を示す。

【0030】本実施態様では、起電力セル 24 側に定電流  $-I_{const}$  を印加して抵抗値を測定する際に、ポンプセル 14 側にも逆極性の電流が同時に印加されることとなる。ここで、理論空燃比に保たれている間隙 (測定室) 20 の酸素濃度は、ポンプセル 14 へ電流を流すと酸素のくみ込み、また、くみ出しが生じて変化しようとするが、逆極性の電流  $-I_{const}$  を起電力セル 24 側に流しているため、該起電力セル 24 によって酸素がくみ出され、或いは、くみ込まれ、これにより酸素の出入りが相殺されて、該間隙 (測定室) 20 の酸素濃度が理論空燃比に保たれる。このため、後述するように抵抗値 (温度) の測定終了後に、該全領域空燃比センサにて直ちに酸素濃度の測定を再開できる。

【0031】ここで、電流  $-I_{const}$  の印加を開始した後、時間  $T_2$  (約 60  $\mu s$ ) が経過してから、当該時点 (印加開始から 60  $\mu s$  経過時) でのオペアンプ OP3 の出力を、 $A/D$  変換回路がアナログ値からデジタル値に変換してヒータ制御回路側 60 へ出力する。ヒータ制御回路 60 は、この測定された値から起電力セル 24 のバルク抵抗値と関連する値、即ち、該起電力セル 24 の温度を把握する。この起電力セル 24 の温度測定と同時に、上述したように電流  $-I_{const}$  と逆極性の電流がポンプセル 14 側へも流れているため、該ヒータ制御回路

(6)

9

60は、この電流により生じるポンプセル14の電圧値  $V_p$  (図3参照) からポンプセル14の温度を把握する。

【0032】このように、本実施態様においては、ポンプセル14側に温度測定用の電源装置を別途設けることなく、酸素濃度測定用に配設されたオペアンプOP1から電流を流すことで、起電力セル24の温度測定用の装置スイッチSW2を設けることのみで、ポンプセル14側へ逆極性の電流を印加し得ると共に温度を併せて測定することができる。また、この実施態様では、ポンプセル14と起電力セル24との温度を別々に測定するため、いずれか一方の温度のみが上昇しても、これを検出し故障を未然に防ぐことが可能となる。

【0033】ヒータ制御回路60は、この測定された値、即ち、起電力セル24及びポンプセル14の抵抗値が目標値となるようにヒータ70への通電を制御する。この制御は実質的に、起電力セル24又はポンプセル14の温度が目標値よりも高いときには、電圧を下げ、また、目標値よりも低いときには、電圧を上げることで、全領域空燃比センサ素子10の温度を正確に目標値 (800°C) に保つよう機能する。

【0034】なお、ここで、電流  $-I_{const}$  の印加開始から60  $\mu s$  経過時の値を測定するのは、測定された抵抗値に前記多孔質電極と前記固体電解質体の界面における抵抗成分が含まれないようにするためである。即ち、時間T2は、短時間であるほど温度を正確に反映する起電力セル24のバルク抵抗値に近い値を測定し得るが、スイッチSW2の切り換え後、 $-I_{const}$  を出力する図示しない定電流回路が安定するのに十分な時間を取るため、上記60  $\mu s$  を設定してある。言い換えるなら、時間が経過してから測定を行うと起電力セル24の多孔質電極22、28と固体電解質体との界面の劣化等による該界面における抵抗成分の変化分を含む値が検出され、この変化分によって正確に測定が行い得なくなるので、回路構成上の最短時間である60  $\mu s$  後に測定を行っている。

【0035】そして、時間T3 (約100  $\mu s$ ) の経過により、スイッチSW2をオフすると同時に、スイッチSW3をオンする。ここで、スイッチSW1の切り換え時間を100  $\mu s$  (T3) としたのは、上記60  $\mu s$  経過後に取り込んだ値を、A/D変換回路がデジタル値に変換するのに約20  $\mu s$  かかり、図示しないCPUは、データを取り込んだ後に、スイッチSW3をオンにするため、余裕を見て100  $\mu s$  に設定してある。そして、スイッチSW3をオンした後、スイッチSW2をオンした時間とほぼ等しい時間T3に渡り、抵抗値測定用の上記電流  $-I_{const}$  とは逆極性の一定電流  $+I_{const}$  (+4.88mA) を起電力セル24側に印加する。

【0036】これは、起電力セル24を構成する酸素イオン伝導性固体電解質体の配向現象によって内部起電力

10

が影響を受け本来の酸素濃度差を反映する内部起電力値を出力しない状態から、正常な状態に復帰するまでの復帰時間を短縮させ、抵抗値の測定後に酸素濃度の測定を短時間で再開し得るようにするためである。

【0037】そして、スイッチSW3をオフした後、時間T4 (約300  $\mu s$ ) 経過した後、スイッチSW1をオンにして、全領域空燃比センサによる酸素濃度の測定を再開する。ここで、300  $\mu s$  のディレイ時間を持たせているのは、上述したように電流  $-I_{const}$  とは逆極性の一定電流  $+I_{const}$  (+4.88mA) を起電力セル24に印加しても、起電力セル24の両面の電極間電圧  $V_s$  は直ぐには初期値に戻らないため、この時点でスイッチSW1をオンにしてサンプルホールドを解除すると、PID回路の出力電位  $V_{PID}$  が変化し、排気ガス中の酸素濃度が温度測定開始以前と同じでも酸素濃度  $out$  が変化するからである。この300  $\mu s$  のディレイ時間は、余裕を見て設定してあるため、更に短くすることは可能である。

【0038】なお、上述した実施態様では、ポンプセル14及び起電力セル24の温度測定のために定電流を流したが、この代わりに、電圧を印加することで温度測定を行い得ることは言うまでもない。

【0039】次に、検出された起電力セルの温度  $t_s$  とポンプセルの温度  $t_p$  を用いてヒータを制御する方法を説明する。図4はヒータ制御のプログラムのフローチャートである。まず、所定のタイミング毎にこのヒータ制御のプログラムが起動する。このプログラムはヒータの制御のための制御フロー (a) とセンサの機能を正常に復帰させるための制御フロー (b) からなる。最初に制御フロー (a) が開始され、SW1をOFFにしコントローラ50のA/Fを検出するための制御を一時停止する (S00)。また同時にタイマ3をセットし、時間T3の計測を開始する (S05)。次にSW2をONにして温度検出用の  $-I_{const}$  電流を起電力セル及びポンプセルに印加する (S10)。(なお、本願では電流を強制的に流す事を、実質的に電圧を印加する事と等価であると看做し、電流を印加するとも表現する。) 続いて、タイマ2をセットし時間T2が経過するまで待機する (S15)。本実施例ではT2は60  $\mu s$  に設定している。時間T2が経過した段階で、OP2及びOP3の出力電圧  $V_2$ 、 $V_3$  をA/Dコンバータを介して検出する (S20)。

【0040】次に  $V_2$ 、 $V_3$  から起電力セルとポンプセルの温度  $t_s$  と  $t_p$  をそれぞれマップから取得する (S25)。続いて、 $t_s$  を起電力セルの下限規定温度  $t_{s1}$  と比較し  $t_s$  が  $t_{s1}$  よりも低い時はヒータの通電に関する制御フラグFHを1にセットする (S30)。次に  $t_p$  をポンプセルの下限規定温度  $t_{p1}$  と比較し  $t_p$  が  $t_{p1}$  よりも低い時はヒータの通電に関する制御フラグFHを1にセットする (S35)。続いて  $t_s$  を



(7)

11

起電力セルの上限規定温度  $t_{s2}$  と比較し  $t_s$  が  $t_{s2}$  よりも高い時はヒータの通電に関する制御フラッグ  $F_H$  を0にセットする (S40)。次に  $t_p$  をポンプセルの下限規定温度  $t_{p2}$  と比較し  $t_p$  が  $t_{p2}$  よりも高い時はヒータの通電に関する制御フラッグ  $F_H$  を0にセットする (S45)。最後に制御フラッグ  $F_H$  が1の時は通電を実行し、制御フラッグ  $F_H$  が0の時は通電を停止する (S50)。その後時間  $T_3$  の経過を待ち、制御フロー (a) は終了し、代わって図5に示す制御フロー (b) が開始する。

【0041】制御フロー (b) では最初に  $SW_2$  をOFFにし (S60)、ほぼ同時に  $SW_3$  をONにしてセンサを正常に復帰させるために  $+I_{const}$  電流を起電力セル及びポンプセルに印加する (S65)。その後タイマ3をセットし、時間  $T_3$  が経過するのを待つ (S70)。時間  $T_3$  が経過した時点で  $SW_3$  をOFFにする (S80)。その後、タイマ4をセットし、時間  $T_4$  が経過するのを待つ (S90)。この時間待機は、センサが正常な状態に復帰するまでの待機時間である。時間  $T_4$  が経過した段階で、 $SW_1$  をONにしてセンサを正常な制御に復帰させる (S100)。このようにして、起電力セルとポンプセルの温度を検出しながらヒータを制御することで、2つのセルの温度が異なる場合でも、センサが適正に機能する温度範囲に2つのセルの温度を制御する事が出来る。

【0042】ところで、上記制御に於いては、例えば起電力セルの温度  $t_s$  がその下限規定温度  $t_{s1}$  よりも低い場合でもポンプセルの温度  $t_p$  がその上限規定温度  $t_{p1}$  よりも高い場合はヒータを通電しない制御をしている。これは一方のセルの機能が不十分であっても、もう一方のセルを更に加熱する事でセルが劣化する事を防止する事を優先しているためである。このような場合は例えば、起電力セルが十分に機能しない事を図4のフローチャートのS30で検出できるので、その時点で機能不全である事を何らかのフラッグに記録しておき、センサの検出のための制御を停止したり、起電力セルの温度でセンサ出力を補正したりする事も可能である。

【0043】

【効果】以上説明したように、請求項1の発明では、前記2つのセルの温度に違いが有る場合でも、それぞれの温度を検出する事でセンサが適正に機能する制御をする事が出来る。請求項2の発明では前記2つのセルに温度差が有る場合でも、何れのセルもヒータによる過熱でセルの機能が劣化する事を防止する事が出来る。請求項3の発明では、前記2つのセルのうち一方の温度が所定の下限規定温度よりも低い場合にヒータによる加熱を高め

12

るので、暖機時や、排ガスによって冷却されている場合でも、センサが適正に機能する温度にセンサ温度を制御をする事が出来る。

【0044】また、請求項4又は5の発明では、スイッチ  $SW_2$  が、起電力セルのプラス端子へ温度測定用定電流を印加した際に、スイッチ  $SW_1$  がオフとなりコンデンサ  $C_1$  に保持されている電圧が、PID回路の入力電位を一定に保ち、該PID回路の出力値を一定に維持する。このため、起電力セルの温度測定中においても、酸素濃度検出回路がPID回路の出力電圧に基づき、一定の酸素濃度を出力することができる。

【0045】また、起電力セルのプラス端子へ温度測定用定電流が印加されている間においても、PID回路の出力値が一定に維持されるため、オペアンプOP2が、該PID回路に抵抗  $R_1$  を介して接続された  $V_{CENT}$  の電位を一定に保つようにポンプセルのプラス端子へ電流を印加する。即ち、オペアンプOP2が、起電力セル側へ印加された温度測定用定電流と、逆極性の電流をポンプセル側へ印加する。このため、ヒータ制御回路が、起電力セルへの温度測定用定電流の印加時に、該起電力セルの電位を測定して温度を求めるのと同時に、該ヒータ制御回路が、ポンプセルの電位を測定して温度を求め得る。即ち、新たにポンプセル側へ測定電流を印加する装置を付加することなく、起電力セルとポンプセルの温度を同時に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に係る全領域空燃比センサ構成を示す説明図である。

【図2】図1に示すコントローラの回路図である。

【図3】スイッチ  $SW_1$ 、 $SW_2$ 、 $SW_3$  のタイミングチャートである。

【図4】ヒータ制御のプログラムのフローチャートである。

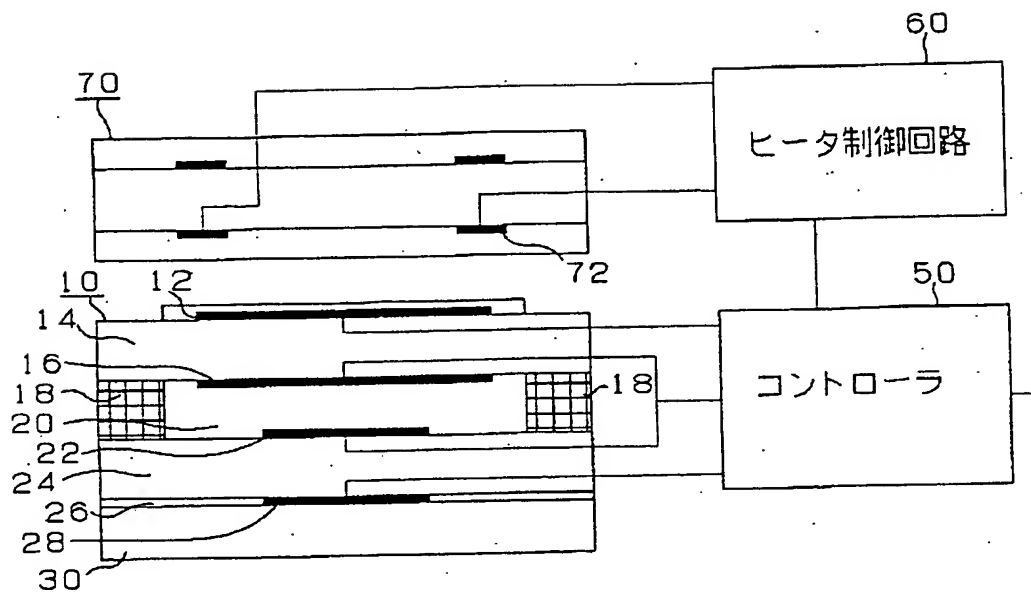
【図5】ヒータ制御のプログラムのフローチャートである。

【符号の説明】

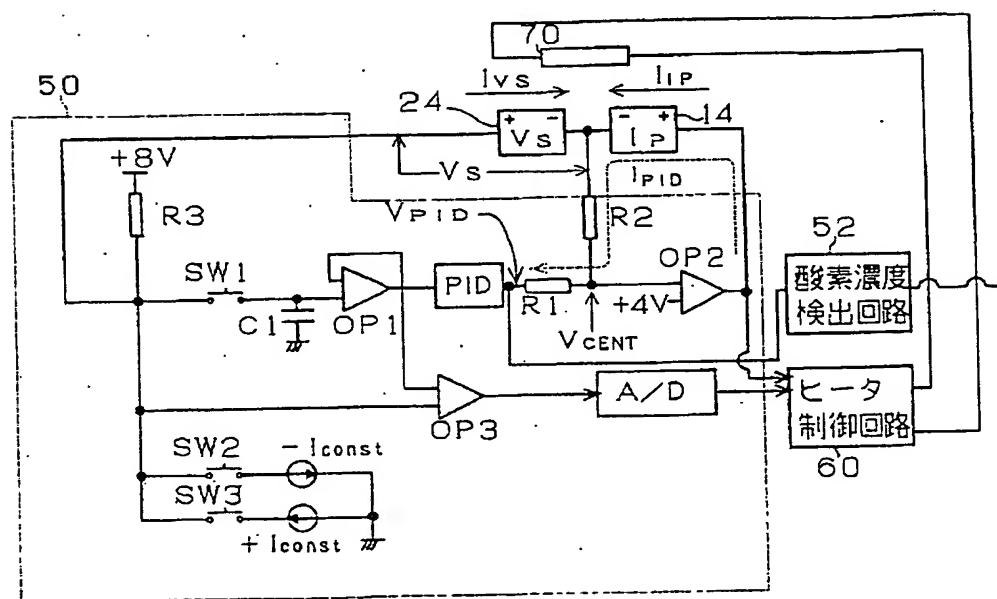
- 10 セル
- 14 ポンプセル
- 20 拡散室
- 24 起電力セル
- 50 コントローラ
- 60 ヒータ制御回路
- 70 ヒータ
- $V_s$  起電力セル電圧
- $I_p$  ポンプセル電流

(8)

【図1】



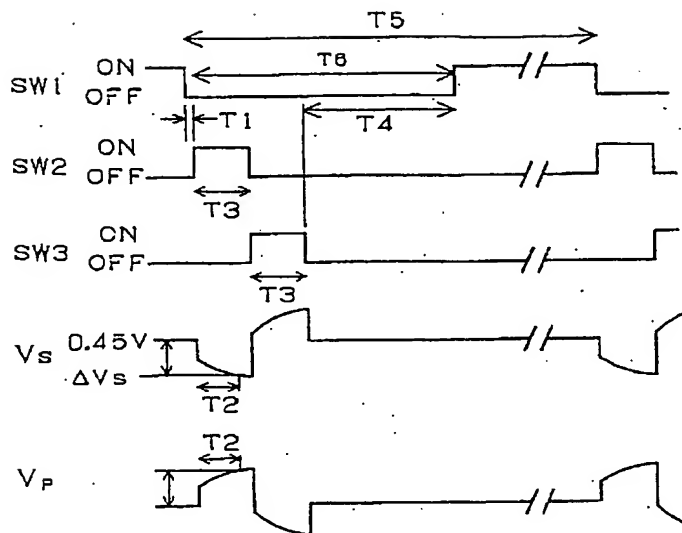
【図2】



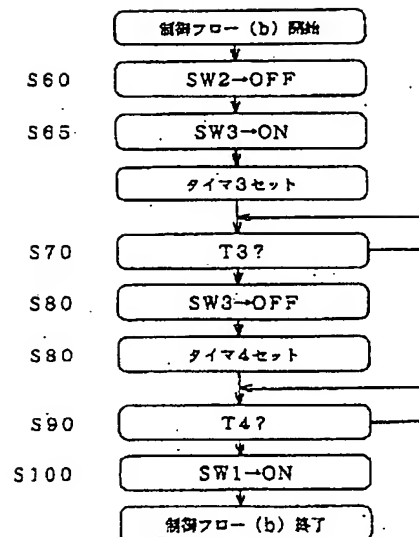


(9)

【図3】

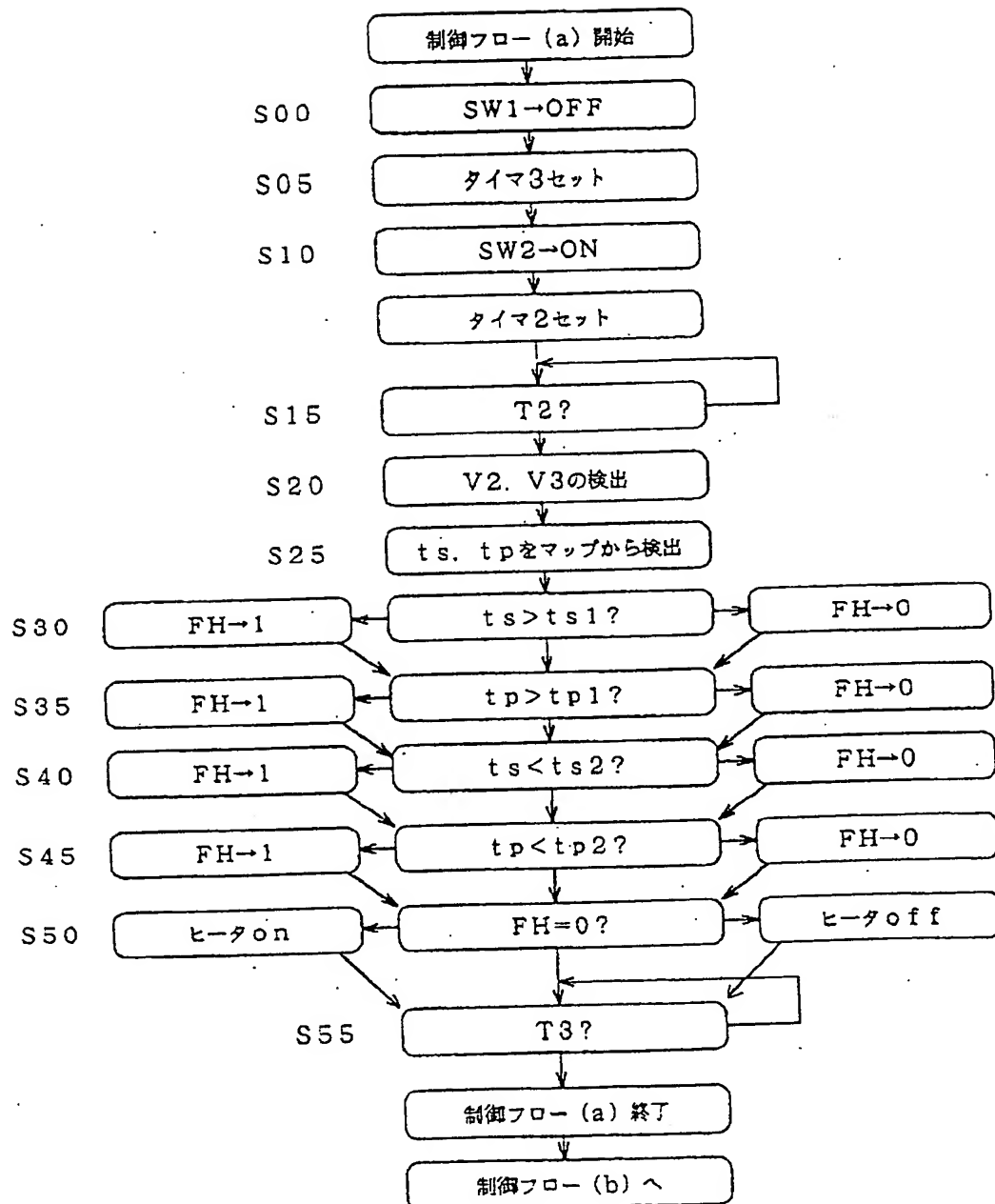


【図5】



(10)

【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 森 茂樹  
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
 陶業株式会社内

(72) 発明者 寺本 諭司  
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
 陶業株式会社内

(72) 発明者 松岡 俊也  
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
 陶業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKEWED/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)